

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE LA HUELLA DE CARBONO DE
LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**
(Carbon footprint study of the University of
Cantabria)

Para acceder al Título de

Graduado/a en Ingeniería Química

Autor: Mario Fueyo Cubes

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 <i>El cambio climático y sus consecuencias</i>	3
1.2 <i>Medidas adoptadas contra el cambio climático</i>	5
1.3 <i>Medidas adoptadas en España</i>	6
1.4 <i>Análisis ciclo de vida</i>	7
1.5 <i>Concepto de Huella de Carbono</i>	9
1.5.1 <i>Huella de Carbono de producto</i>	11
1.5.2 <i>Huella de Carbono corporativa</i>	12
1.6 <i>Aplicación de la Huella de Carbono a edificios</i>	14
1.7 <i>Objetivos</i>	18
2. DESARROLLO	20
2.1 <i>Objetivo y alcances</i>	20
2.1.1 <i>Unidad funcional</i>	20
2.1.2 <i>Límites del sistema</i>	21
2.1.3 <i>Alcances</i>	24
2.2 <i>Análisis de inventario</i>	25
2.2.1 <i>Datos de consumo</i>	25
2.2.2 <i>Calidad de datos y fuentes de información</i>	27
2.2.3 <i>Consideraciones</i>	27
3. RESULTADOS	29
3.1 <i>Resultados generales</i>	29
3.2 <i>Resultados por edificios</i>	32
4. CONCLUSIONES	36
5. BIBLIOGRAFÍA	38
6. ANEXOS	41
6.1 <i>Anexo I</i>	41
6.2 <i>Anexo II</i>	48

1. INTRODUCCIÓN

1.1 *El cambio climático y sus consecuencias*

Las emisiones antropogénicas que se están produciendo de manera constante en los últimos años generan un impacto ambiental muy importante, lo que requiere medidas preventivas, así tanto de adaptación como de mitigación. De entre los problemas ambientales que afectan al planeta, cabe destacar las consecuencias que está generando el cambio climático tanto a nivel social, económico y ambiental.

Este fenómeno se produce por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs), principalmente, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarburos (HFC), hexafluoruro de azufre (SF_6), y perfluorocarburos (PFC) que absorben parte de la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre. Cuando estos GEIs están presentes en grandes cantidades, la radiación absorbida por la superficie terrestre es más elevada, dando lugar al fenómeno del efecto invernadero. La revolución industrial se considera el detonante del cambio climático, ya que anteriormente, las concentraciones de CO_2 eran considerablemente bajas. A partir de 1830 se comenzó a detectar un aumento de la temperatura en Europa Occidental debido al aumento de los GEIs y donde 50 años más tarde, comienza a manifestarse los primeros síntomas del cambio climático. Entre ellos destaca el aumento de la temperatura terrestre y del nivel del mar, que conllevará la alteración de la fauna y flora (Ibáñez, 2018).

El aumento de temperatura de la Tierra entre los años 1880 a 2020 con respecto a la temperatura media entre 1951 y 1980 se muestra en la Figura 1. Los diferentes datos y evolución de la gráfica son determinados por la NASA, NOAA National Center for Environmental Information, el grupo de investigación de Berkeley Earth, el Hadley Centre y el análisis de Cowtan and Way. Aunque cada grupo de investigación presenta una gráfica diferente, todas ellas coinciden en que, a partir de 1980, la temperatura terrestre ha aumentado de una manera muy significativa. En el año 2019 se alcanzó un valor máximo cercano al aumento de 1°C con respecto a la temperatura de comparación (Instituto Goddard de la Nasa, 2020).

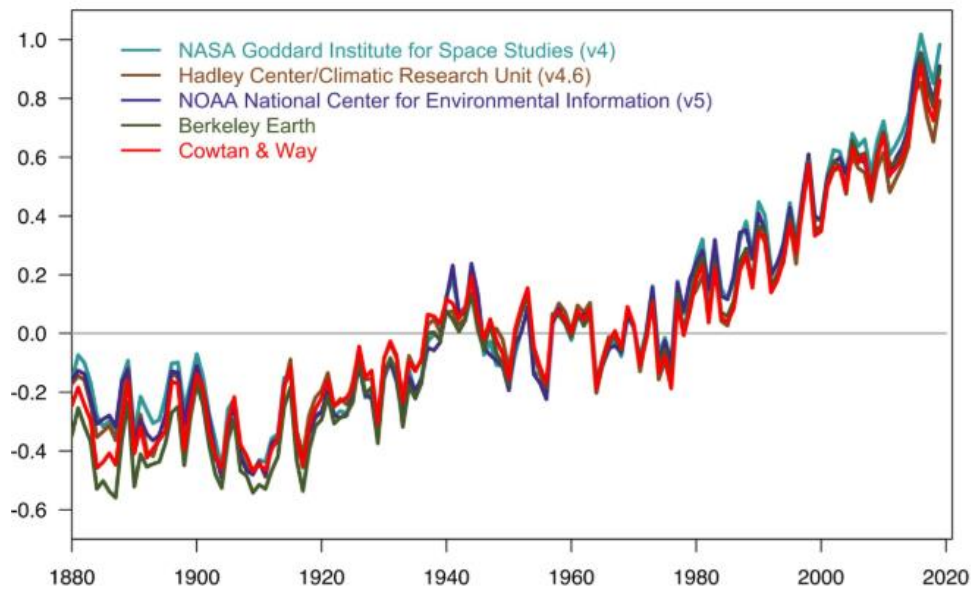


Figura 1. Evolución de la temperatura anual terrestre (Viñas, 2019).

En relación con el nivel del mar, el cambio climático ha provocado un aumento de 7 cm desde 1993 y de 19 cm desde 1900. En un reciente estudio, se presentan dos posibles escenarios. El primero limita el calentamiento global a un valor de 2°C por encima de los niveles preindustriales, donde los expertos, estiman un aumento del nivel del mar de 0.5 metros en 2100 y de entre 0.5 a 2 metros en 2030. Y otro escenario alternativo, cuyas emisiones producen un calentamiento de 4.5 °C, y una estimación de aumento del nivel del mar de 0.6 a 1.3 metros para 2100 y 1.7 a 5.6 metros en 2030 (Horton et al, 2020).

Este considerable aumento del nivel del mar es debido a dos causas principales. La primera de ellas es la dilatación térmica, donde el agua al sufrir un aumento de temperatura tiende a dilatarse, es decir, a ocupar un espacio mucho mayor. La segunda, se trata de un proceso donde las grandes formaciones de hielo en forma de casquetes y glaciares se derriten con el paso del tiempo. Normalmente, estas estructuras se deshacían en épocas de verano, pero volvían a retomar su estado sólido en épocas invernales donde las temperaturas eran mínimas. Debido al calentamiento global, éstos estados sólidos, no se vuelven a recuperar, permaneciendo en estado líquido (National Geographic, 2010).

1.2 Medidas adoptadas contra el cambio climático

Con la finalidad de investigar las causas, motivos y consecuencias del cambio climático, en 1988 se estableció el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), creado por la Organización Meteorológica Mundial y El Programa Ambiental de las Naciones Unidas. Desde su formación, el IPCC ha realizado cinco informes de evaluación repartidos en diferentes volúmenes, cuyo objetivo es recopilar información clara y objetiva sobre la situación ambiental actual para emitirla a los sectores interesados. Tras reconocer la existencia de un problema ambiental, una de las primeras discusiones, se realiza en La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, realizada en 1992, donde se plantea la reducción y la exposición de los GEIs. Su objetivo es mantener una estabilización de las concentraciones para controlar el problema. Además, indica que esos valores de reducción se deben alcanzar en un plazo suficiente como para permitir que la adaptación de los ecosistemas, no se vea amenazada y permitir un desarrollo económico sostenible. Tres años después de que La Convención fuese aprobada, en 1997 el IPCC publicó su segundo informe de evaluación sobre la situación ambiental. En este informe se refleja que el clima ha comenzado a alterarse de manera peligrosa debido a la emisión de GEIs. En respuesta a este informe, los gobiernos firman el denominado Protocolo de Kioto, que entró en vigor en 2005, y establecía una serie de pautas y medidas energéticas para disminuir de manera progresiva las emisiones. Según el anexo I del artículo 3 del primer periodo del Protocolo de Kioto, los países pertenecientes al mismo se tendrán que asegurar de forma individual o conjuntamente, de la reducción total de las emisiones antropogénicas en un 5% entre los años 2008-2012, por debajo de sus niveles obtenidos en 1990 (Naciones Unidas, 1998).

Una vez finalizado el primer periodo, en 2012 se forma La Cumbre de Doha para dar continuidad a la dinámica de reducción de emisiones. En ella se persiste en el marco jurídico a través de la adopción de las medidas necesarias para asegurar su continuidad, entre las que se incluyen, una lista revisada de los GEIs o actualizaciones de cuestiones pertenecientes en el primer periodo (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021).

1.3 Medidas adoptadas en España

España ha sido uno de los primeros países en tomar medidas preventivas para disminuir la HC. Las organizaciones pueden calcular su HC mediante un registro creado por el Real Decreto 163/2014 donde se recogen las emisiones y se facilitan proyectos para reducir las emisiones de GEIs (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021).

En la Figura 2 se observa la evolución de los GEIs en España desde 1990 hasta 2018. El estudio fue elaborado por la Secretaria Confederal de Medio Ambiente y Movilidad de CCOO, donde se refleja un periodo de crecimiento de la contaminación ambiental llegando a niveles máximos en 2007 debido a las pocas medidas que existían y las grandes emisiones industriales. En comparativa a esos valores máximos, se ha experimentado una disminución del 26% de las emisiones hasta el 2018. Se observa en la parte inferior, una línea roja que refleja el objetivo establecido para el año 2030, que consta de conseguir la disminución del 20% de dichas emisiones cada año. Estos datos reflejan de manera muy positiva la eficiencia de las medidas preventivas establecidas y se ha formado un patrón o modelo para intentar seguir reduciendo anualmente las emisiones de GEIs originadas por la actividad humana (CCOO, 2019).

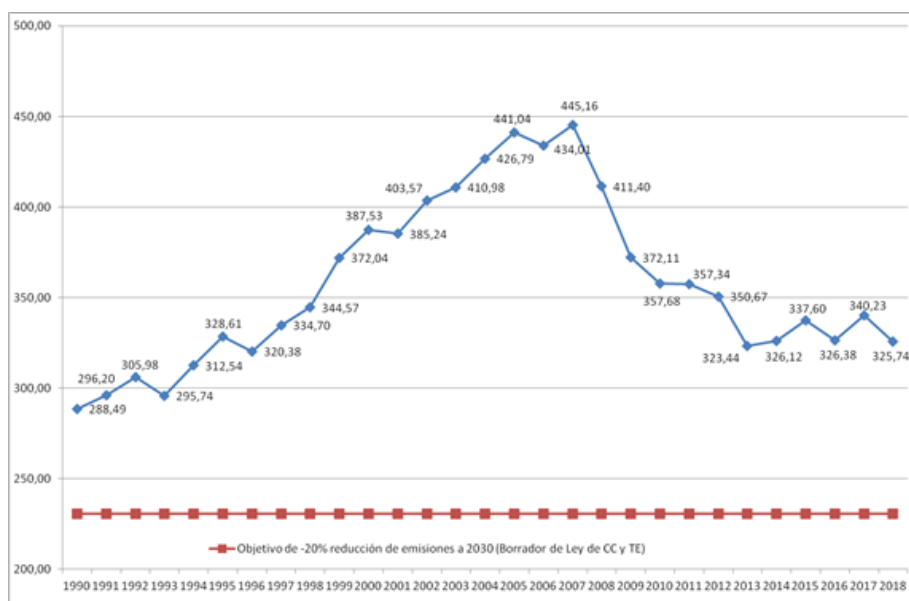


Figura 2. Evolución de Gases de Efecto Invernadero en España (CCOO, 2019).

Ante esta emergencia climática España ha propuesto varias medidas para establecer unos objetivos determinados para alcanzar la neutralidad climática antes del año 2050. Los objetivos principales que se han de cumplir son reducir el consumo de energía primaria en al menos un 35 %, establecer un sistema eléctrico 100 % renovable y reducir en al menos un 20 % las emisiones en el año 2030 con respecto a 1990. Para llegar a estos objetivos establecidos las medidas propuestas son las siguientes:

- Aumentar la presencia de energías limpias en el sistema eléctrico para mejorar la eficiencia en un 39 %.
- Las Comunidades Autónomas deberán informar en la Comisión de Coordinación de Políticas del Cambio Climático de sus planes de energía en vigor.
- Rehabilitación energética de edificios.
- Aumento de infraestructuras de recarga eléctrica en carreteras nacionales para fomentar el transporte eléctrico.
- Mayor control de los suministros de carburantes en el transporte aéreo, especialmente fomentar los combustibles renovables de origen no biológico.
- Aumento de los presupuestos generales del Estado destinados a cumplir los objetivos para la transición energética.
- Reforzar el conocimiento sobre conceptos energéticos y economía baja en carbono en el sistema educativo español (Gobierno de España, 2020).

1.4 *Análisis ciclo de vida*

El análisis de ciclo de vida (ACV) se crea con el fin de evaluar el impacto ambiental de un proceso o producto a lo largo de su vida útil mediante el análisis del consumo de recursos, las emisiones ambientales y los residuos generados. La norma ISO 14040 (ISO, 2006) define un ACV como *“una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio”*.

El primer ACV se remonta a los años 60, cuando el Midwest Research Institute (MIT) desarrolló un estudio para la empresa CocaCola, que reflejaba ya una preocupación por reducir los impactos ambientales de los procesos y productos. En dicho estudio se evaluaron en términos ambientales, los consumos y emisiones en la producción de los diferentes tipos de envases utilizados en la empresa (Orea y Villarino, 2007). En los años ochenta se incrementó el uso de los estudios de ACV y se realizaron dos cambios considerables: la mayor disponibilidad para el público general de la comprobación de este tipo de estudios y los métodos para conocer y estudiar los diferentes impactos ambientales. En 1993, La Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) considerada la principal organización del desarrollo del ACV, establece un método para la homogenización de todos los estudios realizados y proponer una estructura similar de trabajo para todos los procedimientos (Romero, 2003). En sus inicios, el ACV estaba enfocado a la cantidad de energía empleada en fabricar un producto, ya que, en la época de los años 70, el precio de los combustibles energéticos sufrió un gran aumento debido a las dos crisis del petróleo. Una vez pasada la crisis y habiéndose reducido el precio de los combustibles, el ACV se pudo enfocar a la cantidad de residuos y emisiones que generaba la fabricación del producto (Baranda Pacheco, 2018).

En términos de marco normativo y una vez determinada su estructura y métodos para realizarlo, el ACV queda reflejado en dos normas internacionales: *UNE-EN ISO 14040 "Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia"* y *UNE-EN ISO 14044. "Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices"*.

De acuerdo con estas normativas un ACV incluye en su estudio cuatro fases principales:

- Definición del objetivo y alcance. En esta fase se determina la finalidad por la que se realiza el ACV, se define la función y la unidad funcional del estudio. Se describen los límites del sistema estudiado y el detalle al que se quiere llegar. Según sea el objetivo del ACV, la profundidad y consideración del estudio son diferentes.

- **Análisis del inventario de ciclo de vida.** En esta etapa se obtiene la información necesaria para cuantificar las entradas y salidas del sistema, además del procedimiento adecuado para realizar el cálculo y cumplir los objetivos del estudio.
- **Evaluación del impacto ambiental:** Esta etapa se estructura siguiendo la normativa ISO 14042, donde se selecciona las categorías de impacto y se clasifican según el efecto ambiental esperado. Además, se evalúa el potencial de los impactos basados en los resultados obtenidos en el análisis.
- **Interpretación de resultados.** En ésta última etapa, se realizan las interpretaciones de los resultados obtenidos, donde se extraen conclusiones y decisiones de acuerdo con el objetivo y alcance definidos inicialmente (ISO, 2006).

En cualquier tipo de ACV, se deben incluir las etapas anteriormente nombradas, pero el nivel de detalle no es el mismo en todos los casos ya que depende el objetivo que se pretenda cumplir. Una vez obtenida la información ambiental durante el análisis, se puede aplicar para la mejora de estrategias ambientales o planteamiento de alternativas. Además, puede otorgar a la empresa una imagen más beneficiosa de cara al sector del consumidor, generándose así un marketing ambiental y mejorando el posicionamiento de la empresa respecto a otras. A lo largo de los años el aspecto ambiental será un factor importante en la competencia de un mercado, por tanto, cada empresa intentará fomentar la inversión y reflexión de este campo (Salas, 2018).

1.5 Concepto de Huella de Carbono

Cada vez un número mayor de instituciones se suman a la implantación de estrategias y planes contra el cambio climático. Para poner en marcha estos proyectos, es necesario el desarrollo de procedimientos e indicadores donde se establezcan objetivos de reducción en la actividad a nivel ambiental realizando una gestión óptima de los recursos y residuos generados. Uno de los indicadores más importantes a la hora de cuantificar las emisiones de GEIs es la huella de carbono (HC). Mucho antes de que existiera un término único de HC, Wiedmann y Minx (2007) definieron la HC como *“una medida de la cantidad total exclusiva de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que*

es directa o indirectamente causadas por una actividad o es acumulada a lo largo de las etapas de vida de un producto”.

Años más tarde, el Centro para Sistemas Sustentables de Michigan especificó que estas emisiones no están relacionadas exclusivamente con un producto, sino también con una organización, individuo o proceso, y cuyo resultado final es la suma de las emisiones resultantes de cada etapa del proceso (Núñez, 2012).

Actualmente, el Ministerio para la Transición Ecológica, define la HC como *“la cantidad de emisiones de GEI que son liberadas a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad; permite identificar todas las fuentes de emisiones de GEI y establecer a partir de este conocimiento, medidas de reducción efectivas”* (Ministerio para la Transición Ecológica, 2020).

Se pueden diferenciar dos tipos de HC: HC de producto y HC corporativa (referente a una organización). A continuación, en la Tabla 1 se comparan los dos tipos de HC, reflejando un resumen de sus características propias y las diferencias existentes entre ambas.

Tabla 1: Comparativa HC de producto y corporativa (Agrelo, 2019).

	HC Producto	HC Corporativa
Emisiones	Potencial de calentamiento global asociado a la fabricación de un producto	Emisiones directas e indirectas producidas por una organización
Dificultad	Gran complejidad de estudio (recursos económicos, tiempo, conocimientos)	Más sencillo. Organización dispone de toda la información
Límites	Diferentes alcances (cuna-puerta, puerta-puerta o cuna-tumba)	Alcance emisiones directas, indirectas y otras emisiones
Trazabilidad	Dificultad seguimiento en ciertos productos durante su uso	Menor nivel de seguimiento de los procesos en cada etapa
Normativa	Normativa ISO 14040	Normativa ISO 14064

Cuando una organización decide realizar la HC, principalmente es para reducir la emisión de GEIs, pero también presenta otras ventajas. Una de ellas es el aumento del rendimiento económico de la empresa, ya sea en la reducción de costes debido al consumo energético, o a las nuevas inversiones de accionistas que son conscientes de la importancia ambiental. Por tanto, existe una mejora en la reputación y posicionamiento de la organización (Ministerio para Transición Ecológica, 2020).

1.5.1 Huella de Carbono de producto

La HC de producto se utiliza para medir las emisiones de GEIs durante el ciclo de vida completo de un producto, desde la extracción de las materias primas, hasta la etapa de uso final, incluyendo factores como el transporte. Por lo tanto, es necesario un estudio preciso de las diferentes etapas de ciclo de vida del producto y una recopilación de datos exhaustiva. La metodología más utilizada es la PAS 2050 (GHG Protocol, 2008) basada en la ISO 14040 (ISO, 2006) de análisis de ciclo de vida.

La norma PAS 2050 es una especificación creada en 2008 por el *British Standards Institution*, institución formada por expertos de la administración pública británica, así como personal docente de universidades internacionales. Se trata de un documento de carácter voluntario y aquellas instituciones que quieran elaborar un estudio de HC según esta norma, deberán demostrar que se realiza sobre todas las fases del ciclo (AEC, 2020). En función del tipo de estudio, se diferencian dos modelos:

- Business to Business (B2B): El consumidor final es otra empresa que utiliza ese mismo producto como materia prima. Se incluyen las emisiones aportadas desde la producción de materias primas hasta el transporte al cliente (cuna-puerta).
- Business to Customer (B2C): Se incluyen emisiones desde la producción de materias primas al consumo, eliminación o reciclado del producto, donde el consumidor es el usuario final (cuna-tumba).

En la Figura 3 se muestra los diferentes límites que se pueden establecer en un sistema, donde se añaden dos nuevos límites a los citados anteriormente. Un proceso con una etapa final de reciclaje que devuelve el producto final a materia prima llamado

de la cuna a la cuna, y otro que se centra en la etapa de producción denominado de puerta a la puerta.

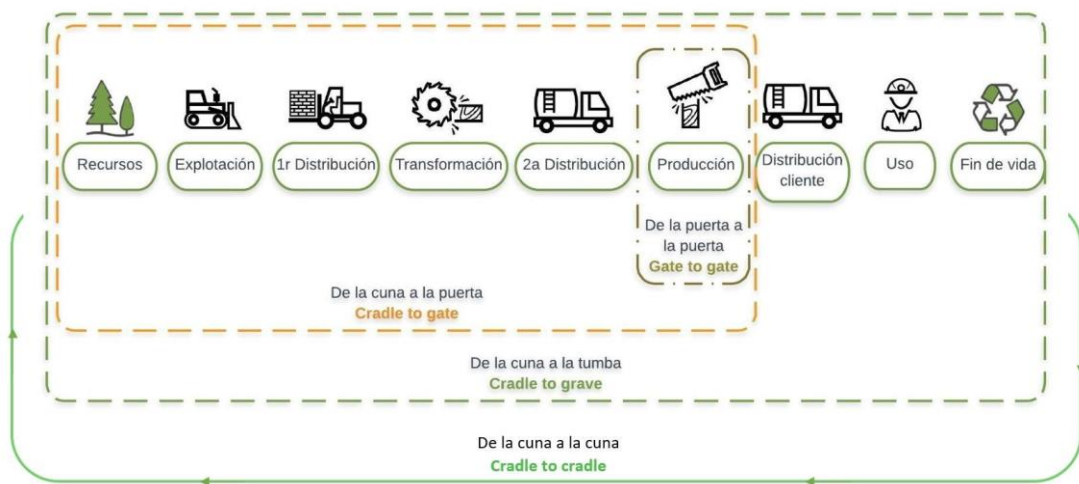


Figura 3. Límites utilizados en un sistema (Falcón, 2021).

1.5.2 Huella de Carbono corporativa

La HC corporativa mide la totalidad de GEIs emitidos, de manera directa e indirecta, generados en una organización o entorno. Esta metodología ha sido desarrollada por el *World Resources Institute* y *World Business Council for Sustainable Development* junto con empresas, gobiernos y grupos ambientalistas de todo el mundo. Se trata de la herramienta internacional más utilizada para el cálculo de emisiones debido a su eficacia y accesibilidad (Greenhouse Gas Protocol, 2021). Los métodos estándar más utilizados son GHG Protocol (GHG Protocol, 2020) e UNE ISO 14064 (ISO, 2006). Esta metodología permite la preparación de inventarios de GEIs, simplificar, reducir costes y ofrecer información para el planteamiento de estrategias de gestión ambiental. Según GHG Protocol se establecen tres principales alcances (Figura 4):

- Alcance 1: Emisiones directas. Se definen como las emisiones controladas o que provienen de una fuente donde la organización realiza la actividad, por ejemplo, el consumo de gas natural en una instalación.
- Alcance 2: Emisiones indirectas. Son aquellas que no son generadas por una fuente propiedad de la organización y no posee control de las mismas. Esta

emisión se trata de la electricidad utilizada en la propia organización, que es producida en una central eléctrica o hidroeléctrica.

- Alcance 3: Otras emisiones indirectas. Son las relacionadas con servicios o productos adquiridos por la organización, que a su vez han generado emisiones durante su producción. Este alcance es el más complejo de definir ya que es difícil de contabilizar debido a la gran cantidad de productos y servicios utilizados. Algún ejemplo de actividades que abarca este alcance son la extracción y producción de materias primas que adquiere la organización, el transporte de estas o la movilidad empleada entre los propios trabajadores (Agrelo, 2019).

Dentro del Alcance 3 es importante diferenciar entre los procesos aguas arriba y aguas abajo, es decir, los procesos y productos anteriores y posteriores de una etapa determinada. En la fase de aguas arriba se tiene en cuenta todas las actividades que realizan otras entidades para que la empresa bajo estudio realice una actividad o proceso. Un ejemplo sería la producción de una materia prima en una instalación industrial que es utilizada posteriormente en la actividad bajo estudio. Por otro lado, un ejemplo de un proceso aguas abajo es la gestión y tratamiento de residuos generados en un espacio y tiempo determinado (Canga, 2015).

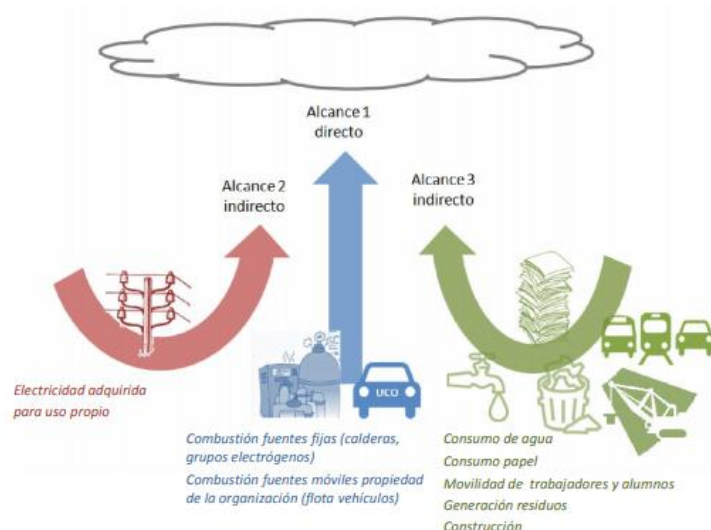


Figura 4. Definición de alcances y categorías (GHG Protocol, 2020).

La norma UNE ISO 14064 (ISO, 2006) detalla los requisitos para el desarrollo y gestión de inventarios de GEI para organizaciones. Además, incluye los requisitos para

la determinación de los límites de la emisión de GEI. Esta normativa surge en el año 2006 a partir de la metodología anterior y se estructura en tres principales partes:

- UNE-ISO 14064-1: "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero", donde se define los requisitos que deben cumplir los inventarios, así como la gestión y comunicación de informes de emisiones.
- UNE-ISO 14064-2: "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de proyecto, para la cuantificación, la monitorización y la declaración de las reducciones y de las mejoras en la eliminación de gases de efecto invernadero". En ella se detalla los principios para determinar las líneas de los proyectos, así como los proyectos específicamente diseñados para cuantificar y reducir los gases de efecto invernadero.
- UNE-ISO 14064-3: "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones para la validación y la verificación de declaraciones de gases de efecto invernadero", donde se recopila información y los requisitos necesarios para la verificación de inventarios y proyectos ambientales (ISO, 2006).

1.6 Aplicación de la Huella de Carbono a edificios

La aplicación del pensamiento de HC en edificios presenta un alto nivel de importancia a la hora de construir y diseñar proyectos de construcción. Para poder evaluar la calidad ambiental de un edificio, uno de los conceptos que se debe tener en cuenta es la certificación energética, que se ha incorporado en la legislación española a través del Real Decreto 235/2013 del 5 de abril. Este Real Decreto define la certificación energética como *“una documentación suscrita por un técnico competente como resultado del proceso de certificación, que contiene información sobre las características energéticas y la calificación de eficiencia energética del proyecto, edificio terminado o parte de este o edificio existente o parte del mismo.”* (BOE, 2013).

El aumento de la densidad de población a nivel mundial y la elevada riqueza y nivel de vida en ciertas situaciones demográficas, hizo que durante estos últimos años

el nivel de construcciones fuese creciendo, llegando a representar un 19 % de los GEIs emitidos a la atmosfera en el 2010. Para contrarrestar ese aumento en las edificaciones y por ende un incremento de las emisiones relacionadas a ese sector, la obtención de nuevas tecnologías avanzadas que disminuyan esas cargas ambientales hizo que se estabilizase el consumo global de energía (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Existen varios indicadores para saber si el consumo energético de un edificio es el esperado y adecuado y proporcionar una información útil para proponer mejoras en el comportamiento. Estos indicadores se expresan de forma anual y acorde a la superficie útil del edificio diferenciándose dos principales indicadores: globales y complementarios. Los indicadores globales incluyen impactos como la calefacción, refrigeración, así como las reducciones de emisiones de fuentes provenientes de energías renovables. Los indicadores complementarios son similares a los anteriores, pero añadiendo la iluminación en edificios de uso distinto al residencial privado. Según se haya realizado el estudio energético la información se reflejará en una etiqueta de eficiencia energética (Figura 5) donde se especificará la dirección, normativa, tipo de edificio y uso. En la parte izquierda de la etiqueta se encuentra una serie de letras que ponderan la calidad energética del edificio siendo la letra A la más eficiente y la letra G la menos eficiente energéticamente (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2015).

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente	Tipo de edificio
Normativa transitoria	Dirección
Referencia catastral	Municipio
	C.P.
	C. Autónoma

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kWh/m² año	Emisiones kg CO₂/m² año
A más eficiente		
B		
C		
D		
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

Validez hasta: _____

ESPAÑA
Directiva 2010/31/UE

Figura 5. Etiqueta eficiencia energética en edificios.

El gasto energético y la HC tienen una relación directa, ya que cuanto más elevado sea el gasto energético de una actividad mayor será la HC debido a la producción de CO₂. La aplicación de las medidas de ahorro de energía que se toman, se define en los programas de eficiencia energética y se complementan con las estrategias de reducción de emisiones, es decir, optimizar los costes de producción y reducir los GEIs (Saravia, 2010). Para tener más controladas esas emisiones y todas las consecuencias que puedan generar, cada vez es más habitual que las empresas realicen ACV o HC dentro de unos límites previamente definidos para que la organización obtenga unos datos y resultados orientativos para tomar las medidas preventivas necesarias. La aplicación de la metodología de HC a diferentes tipos de edificios se ha recogido en la bibliografía a lo largo de los años. Algunos de estos estudios se resumen en la Tabla 2.

Dentro de estos trabajos destaca el estudio de Suresh et al. (2019), que realizaron un estudio en la India donde se calculó la HC producida en las actividades del Instituto de Investigación de Tecnología Sardar (SVNIT), observándose que la principal fuente de emisión era la electricidad consumida en los edificios, generando 2.900 t CO₂ eq/año, mientras que las emisiones directas representaban 500 t CO₂ eq/año. Raveendran y Srikanan (2020) realizaron un análisis de diferentes actividades (residenciales, comerciales, etc.) en la ciudad de Jaffna (Sri Lanka) para calcular la HC generada debido al gran crecimiento de la ciudad después de la Guerra Civil. El estudio mostró que se emitían 312.096 t CO₂ eq/año, donde la mayoría de las emisiones provenían de las actividades domésticas, las cuales representaban el 60% del total. Este estudio sugiere que el diseño de los edificios se debería parecer a los que tienen un nivel más bajo de emisiones de carbono en la ciudad y así mejorar su comportamiento ambiental. Koiwanit y Filimonau (2020) evaluaron la HC de diversos alojamientos turísticos en Tailandia y compararon sus resultados con otros alojamientos turísticos de similares características. La HC total de todos los alojamientos turísticos del estudio fue 1,3 t CO₂ eq/año, un resultado considerado bajo con respecto a los otros alojamientos turísticos, debido al pequeño tamaño del mismo y la gestión de la estancia de los huéspedes.

En España, unos de los estudios reseñables es el informe de HC que la empresa de ingeniería e infraestructuras Elecnor realizó en 2018. En el informe preliminar se

define los límites organizacionales, donde se tiene en cuenta la actividad de todas las infraestructuras donde se ejecuta proyectos de ingeniería, construcción y servicios para terceros. Los resultados para esta empresa han sido una emisión total de 62.322 t de CO₂ eq/año en todas las instalaciones del estudio, de las cuales el 73% son del alcance 1 asociadas al consumo de combustibles. Si se diferencian por tipo de instalación, las predominantes con un 71,8% son de obras realizadas en las instalaciones de la empresa y con un 20,5% de actividades que se producen en las plantas (Elecnor, 2018).

Para finalizar, dos estudios similares basados en instalaciones universitarias son los realizados en la Universidad de Oviedo en 2018 y la Universidad de Cantabria (UC) correspondiente al año 2015. Los límites del sistema en la Universidad de Oviedo se establecieron en los siete campus universitarios distribuidos por Oviedo, Gijón y Mieres. La HC fue 11.186 toneladas CO₂ eq/año en todo el campus universitario, donde el consumo eléctrico considerado en el alcance 2 fue la principal fuente emisora. Además, se realizó un desglose por campus que detallan las emisiones pertenecientes a cada una, siendo el campus de El Cristo (Oviedo) la que tiene unas emisiones mayores debido a su gran superficie (Díaz Gutiérrez, 2018).

En la UC se realizó un estudio similar donde se estimó una HC de 1,425 kg CO₂ eq/persona·m², siendo la Facultad de Ciencias la que poseía un valor más elevado de HC y el consumo eléctrico como la principal fuente emisora (Rodrigo Sarabia, 2017).

Tabla 2: Análisis de estudios de HC.

Autor	Año	Tipo de edificio	País	Unidad funcional	Resultados
Suresh et al.	2019	Instituto de Investigación de Tecnología Sardar	India	Año	HC total 400 t CO ₂ /año.
Koiwanit y Filimona	2020	Alojamientos turísticos	Tailandia	Año y noche·pers	HC total 1,3 t CO ₂ eq y 0,32 kg CO ₂ eq/noche·pers
Elecnor	2018	Infraestructura empresa	España	Año	HC total 62.322 t CO ₂ eq
Díaz Gutiérrez	2018	Universidad de Oviedo	España	Año	HC total 11.186 t CO ₂ eq
Rodrigo Sarabia	2017	Universidad de Cantabria	España	Pers·m ² ·año	HC total de 1,425 kg CO ₂ eq/pers·m ²

Tras el análisis de los estudios anteriormente citados, se puede concluir que la importancia de la HC en cada estudio viene determinada por el tipo de actividad que se practica en cada edificio. Una actividad industrial tendrá una HC más elevada que otra actividad, ya que el consumo de electricidad es la principal causa de una alta HC por encima del consumo de gas natural o agua.

1.7 Objetivos

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado (TFG) es el estudio de la HC de las principales facultades, escuelas, centros de investigación y administración de la Universidad de Cantabria. Este trabajo permitirá determinar los puntos críticos de los edificios de la UC desde un punto de vista ambiental, así como realizar una comparativa entre cada uno de ellos. Los resultados permitirán proponer una serie de mejoras que podrán ser evaluadas en el futuro a través de un estudio más completo. Para alcanzar este objetivo general se han establecido una serie de objetivos específicos:

- Identificar las diferentes actividades que generan un impacto ambiental dentro de la Universidad de Cantabria.
- Recoger los datos de inventario de cada uno de los edificios.
- Clasificación de los datos en los diferentes alcances de acuerdo con la metodología de huella de carbono.
- Cuantificación del impacto ambiental generado por la UC de manera global y por edificios.
- Realizar una búsqueda de los factores de emisión más adecuados para cada uno de los datos del inventario. Analizar y evaluar los resultados obtenidos durante el estudio.
- Tomar consciencia del grado de los impactos ambientales generados dentro de la Universidad.

2. DESARROLLO

2.1 Objetivo y alcances

El objetivo principal de este trabajo es determinar la HC de la Universidad de Cantabria, así como el impacto individual de las diferentes facultades, escuelas, centros de investigación y administración. El estudio de la HC se centra en el año 2018, ya que es el dato más actual donde la disponibilidad de los datos por edificio era mucho más amplia y de mayor calidad, por tanto, toda la información reflejada en el trabajo está referida a este año, salvo ocasiones puntuales donde se explicará con detalle la elección de otros datos.

Aunque el estudio se realice para el año 2018 se van a considerar dos escenarios: situación normal (pre-COVID19), que abarca los años 2018 y 2019, donde la UC realizaba las actividades de forma normal y sin limitaciones. El otro escenario es la situación en pandemia (COVID19), relacionada con el año 2020 y las limitaciones que se produjeron en todos los edificios de la UC en la época de pandemia como puede ser el número limitado de personas dentro de un aula. Para ello se han recopilado datos sobre los flujos de entrada y salida de 12 edificios de la UC de los años 2018, 2019 y 2020.

2.1.1 Unidad funcional

La unidad funcional (UF) empleada en este estudio se va a expresar de dos maneras diferentes, donde la elección de cada UF permite comparar los resultados con los estudios realizados anteriormente en la UC y Universidad de Oviedo. La primera UF es un m² por persona, ya que conocidas las superficies de cada edificio y las personas que se encuentran en ellos, nos permite obtener resultados y conclusiones de una manera más precisa. El uso de una UF anual permite interpretar con claridad y de una manera global los resultados, ya que los consumos están relacionados con la superficie del edificio y con el número de personas que trabajan o estudian en él, pero no son reflejados de manera directa en los valores de esta unidad funcional.

2.1.2 Límites del sistema

En este apartado se definen los límites del sistema considerados, es decir qué procesos, flujos de entrada o salida se van a incluir o excluir del estudio. Los flujos de entrada considerados en el estudio son los consumos energéticos del gas natural (kWh) y la electricidad (kWh). Además, otros consumos como el agua (m³) y el papel (kg) también forman parte del flujo de entradas dentro del alcance 3. Los flujos de salida considerados son los residuos de papel y el agua, donde la gestión de estos residuos será importante para mejorar la sostenibilidad ambiental de la UC. En la Figura 6 se muestra las fases del ciclo de vida de un edificio destacando que este trabajo se centra en la etapa de uso del edificio. Posteriormente, la Figura 7 detalla el diagrama de flujo que se ha empleado en la etapa de uso. En este diagrama se representa flujos de entrada y de salida de la etapa de uso, sin embargo, la gestión de los residuos de papel y las aguas residuales no se han considerado dentro de los límites del análisis.

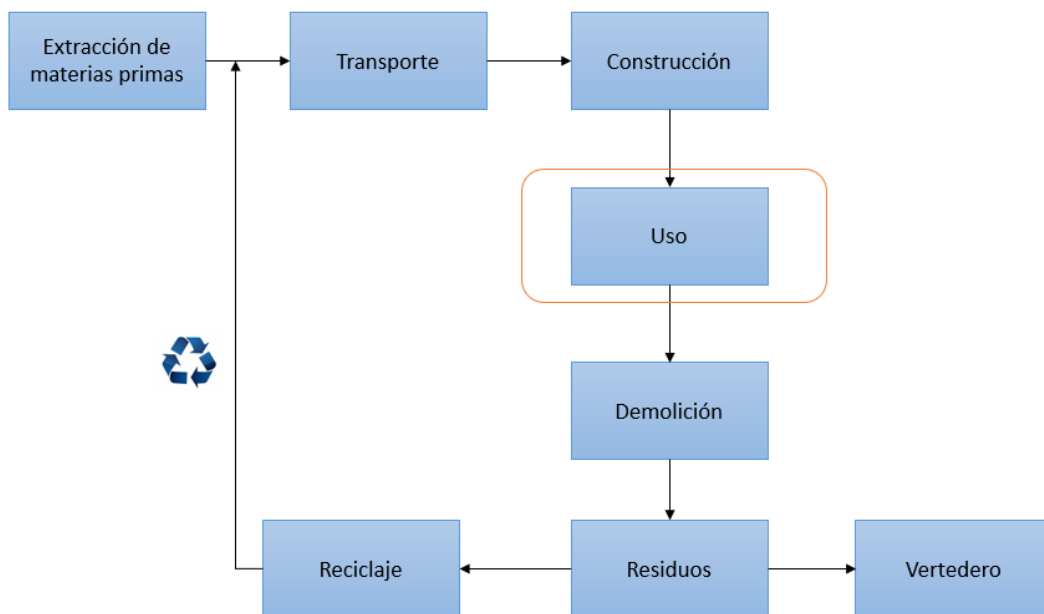


Figura 6. Fases de un estudio de ACV de un edificio.

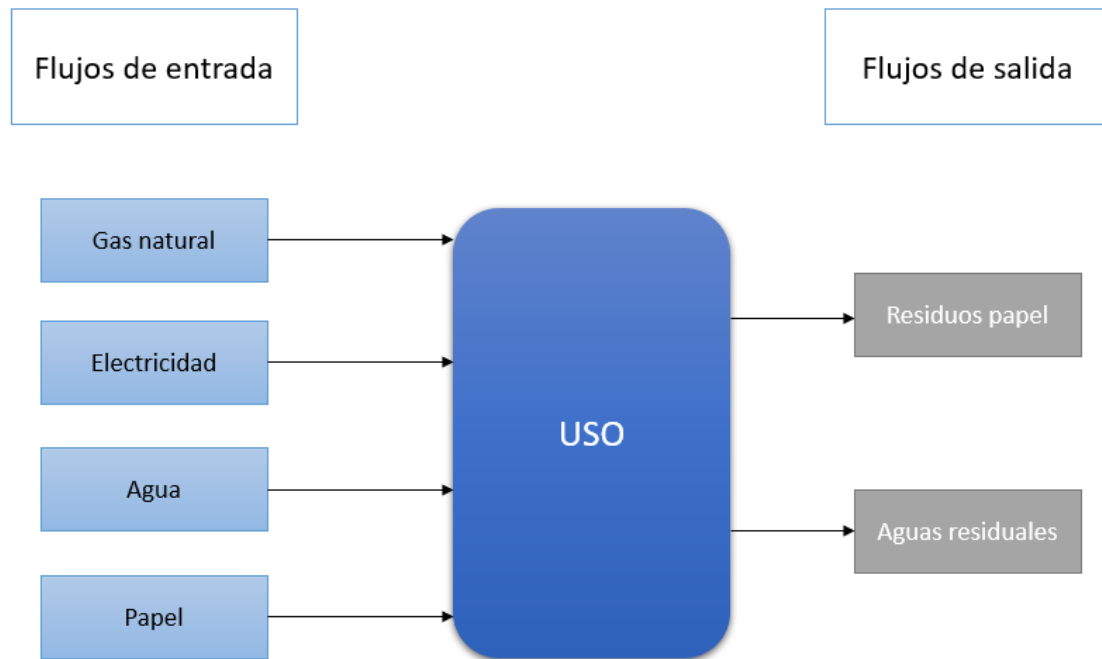


Figura 7. Flujos de entrada considerados en la etapa de uso de la UC.

Se ha realizado una clasificación de los edificios de la UC según su actividad, quedando divididos en facultades y escuelas, edificios de investigación y edificios de administración según la actividad que se realiza en cada uno.

La Tabla 3 muestra las superficies donde se aplicará la metodología de HC basándose en la disponibilidad de datos y la relevancia de cada facultad dentro de la UC. A continuación, se muestra en detalle las instalaciones que conforman el inventario incluyendo la superficie de cada una de ellas.

Tabla 3: Datos de superficie de los diferentes edificios de la UC (UC, 2017).

Clasificación	Edificio	Superficie (m ²)
Facultad	Facultad de Ciencias	14.717
Facultad	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander	20.461
Facultad	Escuela Técnicas Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicación (ETSIIyT)	21.000
Facultad	Facultad de Medicina	23.960
Facultad	E.U. Ingeniería Técnica Minera	10.200
Facultad	Derecho y Económicas	43.236
Facultad	Interfacultativo	16.716
Administración	Polideportivo	4.706
Administración	Pabellón de Gobierno	5.200
Investigación	I+D+I Telecomunicaciones	7.317
Investigación	Instituto Hidráulica Ambiental	5.263
Investigación	Instituto de Biomedicina y Biotecnología de Cantabria (IBBTEC)	5.770

Para realizar una comparación y extraer unas conclusiones claras con los estudios de años anteriores, es importante conocer los usuarios que integran la UC para relacionar la HC con la superficie y usuarios en cada año tal y como se muestra en la Tabla 4. En el año 2020 se refleja el número de alumnos matriculados en la UC y del personal, pero cabe resaltar que, como consecuencia de la pandemia, es muy complejo determinar los usuarios que asistían de manera presencial a la UC debido al aumento de clases a distancia y disminución de actividades en la UC.

Tabla 4: Datos anuales de usuarios de la UC.

Año	Personal UC	Alumnos	Total
2018	1.832	8.606	10.438
2019	1.819	8.590	10.409
2020	1.761	8.554	10.315

2.1.3 Alcances

La identificación y elección de las emisiones emitidas es una parte muy importante del estudio preliminar ya que las relacionamos con diferentes alcances, ya sea porque sean emitidas directamente por la universidad o no tengan control sobre ellas. De acuerdo con los alcances definidos en la metodología de HC, la Tabla 5 muestra los flujos que se han considerado y el alcance al que corresponden. El primer alcance viene definido por la cantidad de gas natural (en kW/h) consumido en cada edificio. En el alcance 2 se determina las emisiones indirectas derivadas de la energía, se incluye únicamente el consumo de energía eléctrica (kW/h), teniendo en cuenta la energía generada por las células fotovoltaicas localizadas en la ETSIIyT. En el apartado de otras emisiones definido como alcance 3, se incluye el agua de red y el consumo de papel. Se ha decidido realizar el estudio con estas emisiones, ya que se obtienen mediante diversas fuentes de información todos los datos de los diferentes años en lo que se realiza el cálculo de la HC y así obtener un resultado más similar al valor real. Por el contrario, no se ha incluido las emisiones generadas por la movilidad de los usuarios de la UC, debido a la falta de datos o estudios que permitan utilizar esos valores para el cálculo de la HC. Se puede observar en el trabajo realizado por Díaz Gutiérrez, que la importancia de la movilidad para la HC es elevada, ya que en la Universidad de Oviedo generó 11.611 t CO₂ eq en 2018. La Tabla 5 se muestra los diferentes tipos de alcance con sus unidades específicas de trabajo.

Tabla 5: Fuentes emisión de CO₂.

	Emisiones	Unidades
Alcance 1	Gas natural	kWh/año
Alcance 2	Energía eléctrica	kWh/año
Alcance 3	Agua de red	m ³ /año
	Papel	kg/año

2.2 Análisis de inventario

Los datos necesarios para realizar el estudio se han obtenido directamente de la UC, ya sea a través de consultas directas, o recopilando información de diferentes informes del Servicio de Infraestructuras. Los datos proporcionados son de gas natural, energía eléctrica, agua de red y papel.

2.2.1 Datos de consumo

Para simplificar los cálculos e interpretar los resultados según la funcionalidad de cada edificio, se ha elegido una superficie representativa de cada grupo siguiendo unas pautas de importancia acorde al estudio que se realiza teniendo en cuenta factores como datos de consumo, usuarios o superficie. Como representante del grupo de facultades se ha elegido a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación (ETSIlyT), en investigación a IBBTEC y en administración al Pabellón de gobierno.

Las Tablas 6-8 muestran los consumos mensuales del 2018 recogidos por la Universidad de Cantabria en cada una de las áreas elegidas. En las tablas se muestran los consumos mensuales de electricidad, gas y agua durante el 2018 en la UC, donde la ausencia de los datos de consumo de papel se debe a que los resultados son expresados de forma anual y no de manera mensual. En los Anexos se tendrá el resto de las tablas de las superficies de la UC en los diferentes años.

Tabla 6: Inventario de la facultad de Industriales (UC, 2018).

TSIlyT	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Electricidad (kWh/año)	88.464	88.747	91.455	87.885	93.320	76.979	67.950	56.014	73.995	89.348	86.826	74.439
Gas (kWh/año)	191.226	225.106	170.553	52.048	25.534	1.700	2.491	2.697	1.939	28.497	101.968	156.809
Agua (m³/año)	213	281	327	318	397	278	183	131	160	232	280	325

Tabla 7: Inventario del Pabellón de Gobierno (UC, 2018).

P. Gobierno	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Electricidad (kW/año)	10.110	10.122	10.285	9.250	10.058	9.644	7.829	6.301	7.755	9.874	9.395	7.831
Gas (kWh/año)	33.438	39.363	29.823	9.101	4.465	297	436	472	339	4.983	17.831	27.420
Agua (m³/año)	42	54	56	43	53	60	44	28	38	49	46	39

Tabla 8: Inventario del IBBTEC (UC, 2018).

IBBTEC	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Electricidad (kWh/año)	72.838	64.955	69.600	68.188	76.062	77.655	86.461	89.720	82.498	78.102	74.023	72.602
Gas (kWh/año)	57.374	65.479	41.988	24.281	23.424	8.052	5.234	1.054	3.640	13.804	19.230	26.379
Agua (m³/año)	118	150	181	158	150	163	140	164	152	151	156	167

2.2.2 Calidad de datos y fuentes de información

Mediante la metodología utilizada en este estudio se necesita los datos de consumo y factores de emisión para calcular la HC. El factor de emisión es un valor que relaciona el contaminante emitido a la atmosfera con la actividad o fuente de emisión que lo produce. Cada factor de emisión tiene un valor que relaciona una actividad determinada con los kg CO₂-eq emitidos a la atmosfera por dicha actividad. En la Tabla 9 se muestra los valores de factor de emisión asignados a cada flujo de entrada y la referencia de donde se extrae la información.

Tabla 9: Factores de emisión de los diferentes alcances.

	Factor de emisión	Unidades	Fuente
Gas natural	0,203	kg CO ₂ eq/kWh	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Electricidad	0,41	kg CO ₂ eq/kWh	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Energía fotovoltaica	0,981	kg CO ₂ eq/kWh	Ministerio de Industria, Energía y Turismo
Agua	0,788	kg CO ₂ eq/m ³	Cámara Comercio Industrial
Papel	1,42	kg CO ₂ eq/kg	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

2.2.3 Consideraciones

En el presente estudio se realiza una serie de simplificaciones que se describen en los siguientes puntos.

- Debido a que la UC es un organismo muy amplio, es muy difícil recopilar los datos de todas las facultades y superficies que la forman. Por ello se ha escogido las superficies más relevantes y en las que se proporciona los datos necesarios para el cálculo de la HC.
- Se han elegido los principales consumos en las superficies elegidas para el estudio cuyos valores son lo suficientemente importantes como para realizar el cálculo de una forma aproximada a la realidad.

- En el apartado de las superficies se han considerado todas las áreas relacionadas con los edificios, ya sean clases, laboratorios o ampliaciones realizadas a lo largo del tiempo.
- Debido a la ausencia de datos del consumo de gas en el año 2018 en algunas facultades, se ha calculado el porcentaje de emisiones de gas natural de cada facultad respecto al total en el año 2019 para luego aplicar esa relación a los datos de consumo globales en el 2018, obteniendo así el consumo de cada facultad en nuestro año de referencia.
- Los datos de consumo de papel se han obtenido de forma anual, pero se realizará una aproximación para calcular la cantidad en cada edificio teniendo en cuenta la cantidad total de papel y los usuarios en cada facultad.
- Para el cálculo de la HC se han omitido flujos de entrada como la movilidad o la gestión de residuos, debido a la ausencia de datos en las diferentes fuentes de información disponibles.
- El consumo de papel se expresa de manera anual, por tanto, para calcular la HC del alcance 3 en cada mes, se ha estimado la importancia mensual del consumo de agua en cada mes respecto al anual y aplicado ese valor al consumo total de papel para obtener un resultado aproximado de papel en cada mes.

3. RESULTADOS

3.1 Resultados generales

La Figura 8 muestra la evolución anual de la HC total de la UC desde el año de referencia del estudio hasta la actualidad. Estos resultados se han calculado empleando la metodología anteriormente explicada, donde se realiza el cálculo a través del consumo anual de cada edificio y el factor de emisión correspondiente a cada alcance. La unidad utilizada para expresar la HC total es toneladas de CO₂ eq /año.

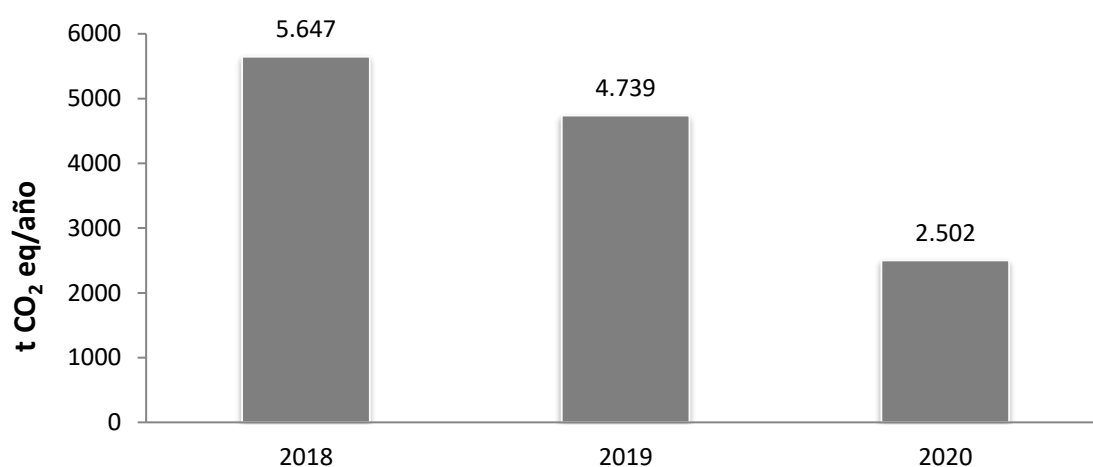


Figura 8. Huella de Carbono en t CO₂ eq/año producida anualmente en UC.

En el año 2018 la HC de la UC fue 5.647 t CO₂ eq/año presentando un resultado más elevado que en los años siguientes. En el año 2019 se produce una ligera disminución del 16 % de la HC total debido principalmente a la reducción del consumo eléctrico, con un valor del Alcance 2 en 2018 de 4.077 t CO₂ eq/año a 3.122 t CO₂·eq/año en 2019 siendo en todas las superficies del estudio menor en el año 2019. Esta reducción puede ser causa de una mayor conciencia ambiental de los usuarios o de la realización de actividades en momentos del día donde se tenga más luz natural. Esta reducción de HC total se produce pese a que el Alcance 1 aumenta en un 2% con respecto al año 2018 por el mayor consumo de gas natural.

En el año 2020 se produce una reducción aproximadamente del 54 % con respecto al año 2018. Cabe destacar la disminución de la HC del Alcance 1 de 1.505 t CO₂ eq/año a 515 t CO₂ eq/año debido al menor consumo de gas natural en las superficies de la UC en el

2020. También se produce una importante disminución de la HC generada por el consumo de electricidad disminuyendo de 4.077 t CO₂ eq/año en el año 2018 a 1.937 t CO₂ eq/año en 2020 debido a la reducción de actividades en la UC como consecuencia del COVID-19 y por tanto el menor empleo de luz en aulas o de aparatos eléctricos para investigación. La Figura 9 representa la evolución anual de los 3 alcances que se incluyen en el estudio.

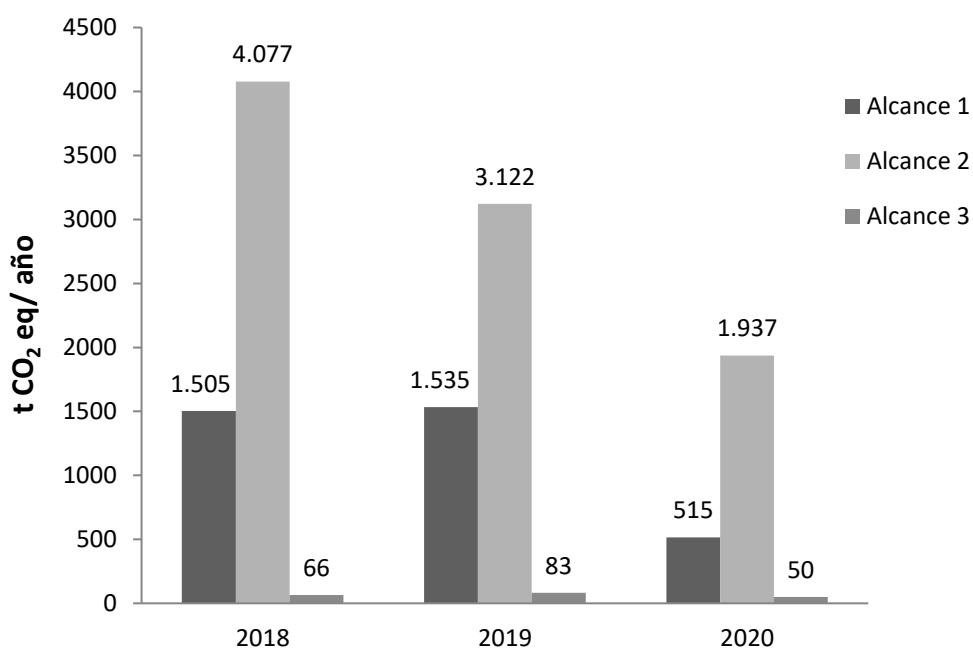


Figura 9. Huella de Carbono en 2018 (t CO₂ eq/año) en los diferentes alcances.

El análisis de los resultados por alcances es una de las formas óptimas de analizar y evaluar resultados, ya que se podrá identificar y proponer medidas correctivas a aquellos que reflejen un valor más elevado y reducirlo respecto al total.

A partir de estos resultados de HC se puede calcular la HC por superficie y usuarios en la UC. Con este cálculo es más sencillo realizar una comparación con otros resultados de anteriores años. En la Figura 10 se muestra los valores de la HC en kg CO₂ eq /año·m²·usuarios calculados mediante los valores de las Tablas 3 y 4.

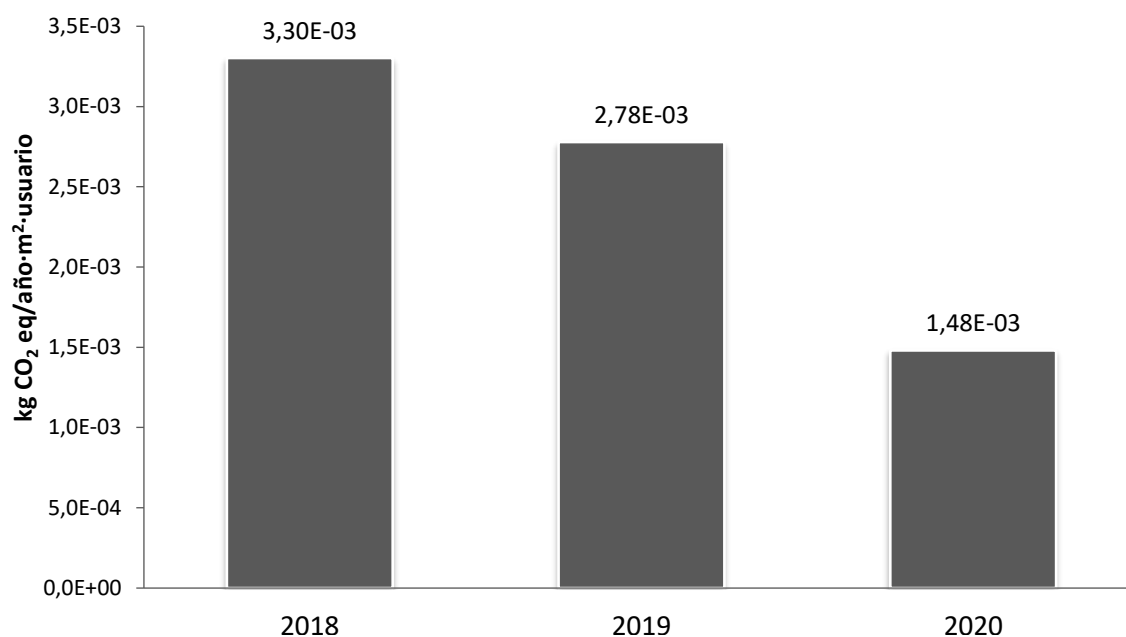


Figura 10. Huella de Carbono en kg CO₂ eq/año·m²·usuarios de la UC.

Al comparar estos resultados con los del año 2017 realizado por Rodrigo (2017), se observa en la Tabla 10 que estos valores son superiores a los del presente estudio debido a varios factores. El primero de ellos es el aumento de superficies que entran en el estudio, que conlleva una mayor superficie total y como consecuencia un resultado final más bajo. En el estudio del 2017 se han empleado 7 superficies con un total de 154.638 m² y 9.663 usuarios mientras en el estudio actual se emplea un total de 178.546 m² y 10.438 usuarios repartidos en 12 superficies diferentes. Además, hay ligeras variaciones en los factores de emisión empleados en ambos trabajos.

Los resultados globales sin tener en cuenta m² y usuarios en la UC se pueden comparar con el estudio realizado en la Universidad de Oviedo debido a que tienen similar unidad funcional. En el estudio realizado por Gutiérrez (2020) se genera una HC total de 11.186 t CO₂ eq/año. Esta diferencia se debe a que el estudio de la Universidad de Oviedo está formado por 52 superficies pertenecientes a 7 campus diferentes, por tanto, el consumo de los flujos de entrada es muy superior al de la UC. Cabe destacar que el número de usuarios en la Universidad de Oviedo es más elevado, presentando instalaciones con pocos usuarios y un consumo en los diferentes alcances bastante elevado. En la Tabla 10 se muestra un resumen de los datos de HC en ambas universidades.

Tabla 10: Resumen de la HC de las universidades.

Estudio	Año	Universidad	HC	Unidad funcional
Rodrigo	2017	Universidad de Cantabria	1,3	kg CO ₂ eq/persona·m ²
Presente TFG	2018	Universidad de Cantabria	3,30E-03	kg CO ₂ eq/persona·m ²
Díaz Gutiérrez	2018	Universidad de Oviedo	11.186	t de CO ₂ eq/año
Presente TFG	2018	Universidad Cantabria	2.502	t de CO ₂ eq/año

3.2 Resultados por edificios

En esta sección se ha realizado la comparación de los valores por edificios y alcances para poder determinar las superficies con una mayor HC en cada uno de los alcances. En la Figura 11 se muestran los resultados de HC en t CO₂ eq en el año 2018 de cada edificio teniendo en cuenta los tres alcances empleados en el estudio, ya que cada uno depende de las actividades que se realizan dentro del mismo.

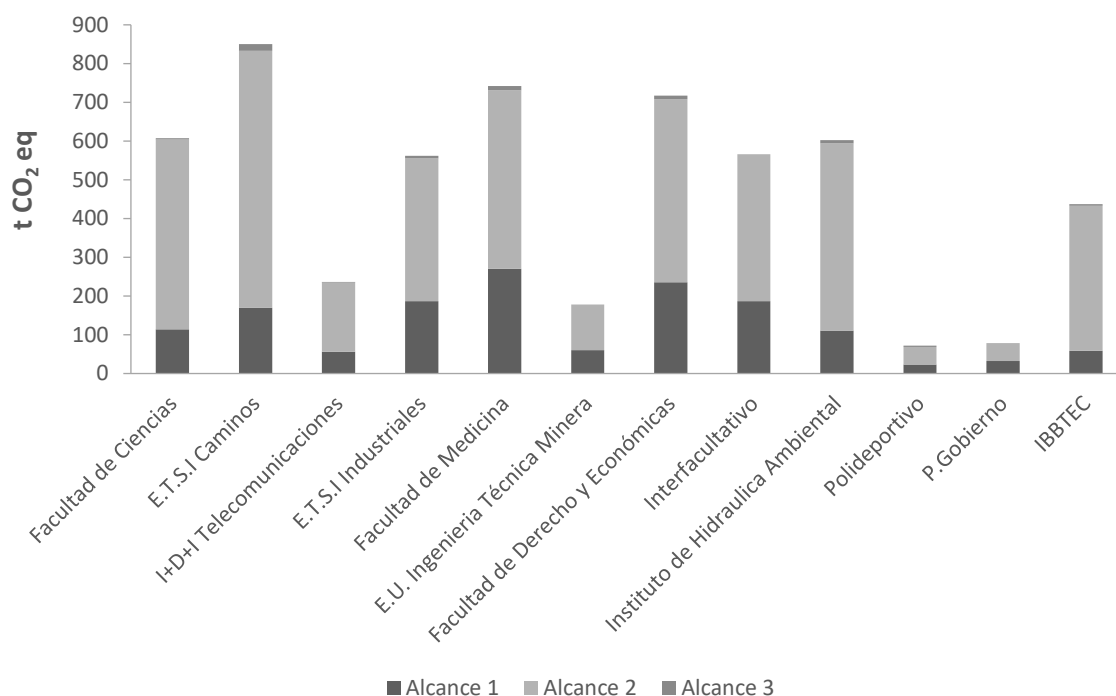


Figura 11. Huella de Carbono en t CO₂ eq en los diferentes alcances en 2018.

Una vez obtenidos los resultados finales, se observa que la Facultad de Medicina es la que obtiene un valor mas elevado en el Alcance 1 representando un 18 % de la HC total

de este alcance. Otras facultades que presentan un resultado elevado en el Alcance 1 son la facultad de Derecho y Económicas (16 %) y E.T.S.I Industriales (12 %), constituyendo entre estas tres superficies un 46% de la HC total en el Alcance 1. Esto se debe a que estas tres facultades tienen un número de usuarios cercano al 75 % del total, además de tener unas superficies (m²) muy elevada, y como consecuencia un alto consumo de gas natural.

En los resultados de las superficies de la universidad en el Alcance 2, se observa que la facultad de E.T.S.I Caminos genera la mayor HC entre todas las superficies de estudio en este alcance, 662,29 t CO₂ eq /año (16 % con respecto al total del Alcance 2). Otras facultades con una elevada HC debido al consumo de electricidad son las Facultad de Ciencias, 489,77 t CO₂ eq /año (12%) y la Facultad de Derecho y Económicas, 472,98 t CO₂ eq /año (11,5%). Se aprecia en este alcance que la Facultad de Medicina, que representaba la mayor HC entre todas las superficies en el primer alcance, ocupa el cuarto lugar (11,2%).

En el Alcance 3, formado por la HC generada por el consumo de agua y papel, la E.T.S.I Caminos es el edificio con una emisión más elevada generando 17,71 t CO₂ eq /año (26,8 % del total), seguida por la Facultad de Medicina, 10,17 t CO₂ eq/año (15,4 %), y la Facultad de derecho y Económicas 9,22 t CO₂ eq/año (13,9 %). Con respecto a la importancia que juega el consumo de papel y agua, cabe destacar que el consumo de papel es aproximadamente un 60% mayor que el de agua en la UC.

Una vez obtenidos los resultados por edificios, se puede observar que existe una clara relación entre la HC producida y el número de usuarios y m² de superficie. Esto es debido a que cuantos más usuarios tiene la superficie, mayor número de actividades se producen en ella y por tanto mayor consumo en los tres principales alcances de estudio. También se debe considerar las actividades que no se incluyen en el estudio, como movilidad o tratamiento de residuos peligrosos, que pueden alterar de manera importante los resultados correspondientes a cada superficie de la UC y modificar el orden y porcentajes en cada instalación.

La Escuela Técnicas Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicación (ETSIIyT) es una de las facultades más importantes en cuanto a HC generada y por tanto se explica con mayor detalle. El gran número de usuarios dentro de la facultad es uno de los factores por lo que se eleva el consumo en los diferentes alcances, ya que el número de

actividades aumenta con respecto a otras superficies con menor número de usuarios. En la Figura 12 se observa la evolución mensual de la HC expresada en t CO₂ eq en los tres alcances a lo largo del año 2018.

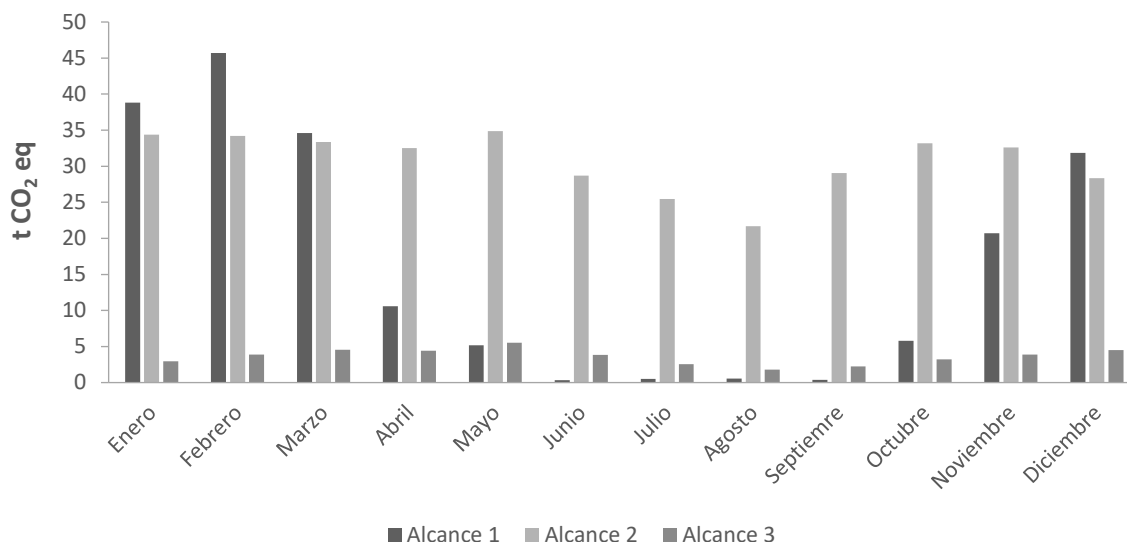


Figura 12. Evolución mensual de los alcances en t CO₂ eq en la ETSIlyT.

Un mayor consumo de gas natural en los meses más fríos del año es la principal causa de que la HC generada en el Alcance 1 sea más alta (noviembre-marzo) debido al continuo uso de calefacción en toda la facultad. Por el contrario, los meses que abarcan la época vacacional de verano es donde menos se emplea el gas para la calefacción debido a las altas temperaturas y lo poco necesario que fuese para los usuarios, y por tanto la HC generada en este alcance es la menor durante todo el año.

A diferencia del Alcance 1, se observa que la HC generada por el consumo de electricidad es mucho más regular durante todo el año. El mes de agosto es el mes que menos HC se genera debido a la ausencia de clases en las aulas y por tanto el consumo se reduce con respecto al resto de meses. Por otra parte, la presencia de células fotovoltaicas en el edificio hace que se genere electricidad en la ETSIlyT y permitir que la HC sea menor que sin el empleo de las mismas. En la Figura 13 se observa la reducción de la HC en el Alcance 2 debido a la energía producida mensualmente por las celdas fotovoltaicas en la ETSIlyT. Este resultado final es originado por la diferencia de la HC debido al consumo eléctrico en la Escuela y la generada por las celdas fotovoltaicas en el año 2018.

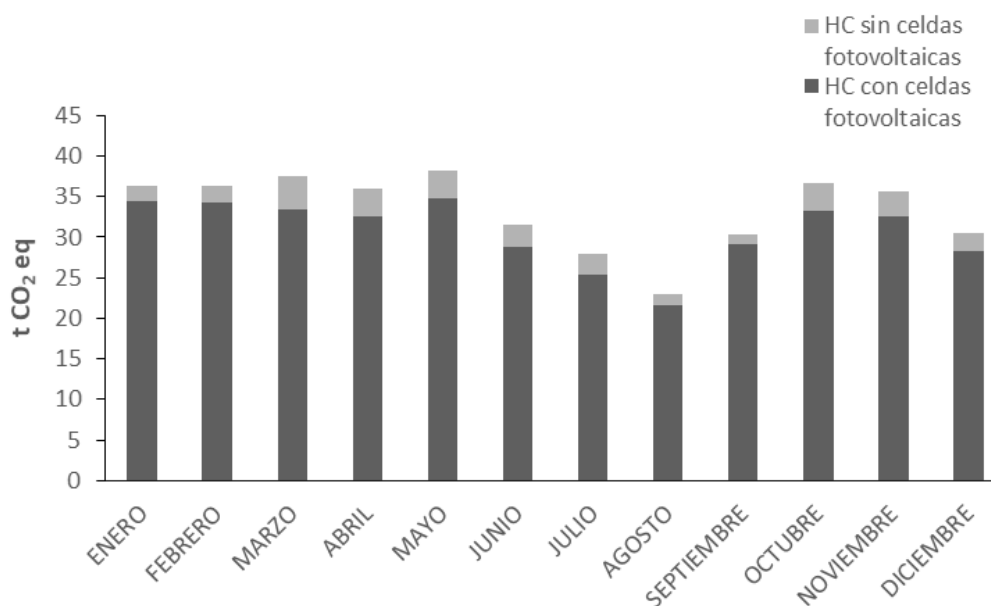


Figura 13. Evolución de la HC en la ETSIlyT debido a las células fotovoltaicas (UC,2020).

El consumo de agua y papel que forman el Alcance 3 es el menor de los tres con respecto a la HC generada por la facultad. Tiene una evolución similar al Alcance 1 ya que depende en gran cantidad de las actividades que realizan los usuarios con respecto al consumo de papel y agua. En época vacacional al no existir casi actividad dentro de la Escuela, los valores de HC del Alcance 3 se reducen de manera considerable con respecto a los otros meses.

4. CONCLUSIONES

Este estudio aborda el cálculo de la Huella de Carbono (HC) del campus de la Universidad de Cantabria (UC). Para ello, se ha empleado la metodología basada en el GHG Protocol, calculando la HC generada en los diferentes edificios de la UC. Se ha analizado la etapa de uso de los edificios utilizando un enfoque de análisis de ciclo de vida, considerando los consumos de gas natural, electricidad, agua y papel.

La HC generada en el 2018 es 5.665,85 t CO₂ eq/año siendo el consumo de electricidad el que mayor tasa de emisiones genera con un resultado de 4095,15 t CO₂ eq/año seguido por el consumo de gas en la UC que genera una HC de 1504, 59 t CO₂ eq/año. El alcance 3 formado por el consumo de agua y papel es el que tiene menor porcentaje del total ya presenta un resultado de 66,10 t CO₂ eq/año. Como se ha comentado con anterioridad, se han comparado las HC generadas en los años 2018, 2019 y 2020 siendo más que destacable la disminución en el año 2020 debido al COVID-19 (2502,09 t CO₂ eq/año) y a la reducción de actividades diarias dentro de los edificios. En comparación al año 2019, los resultados son muy satisfactorios en términos ambientales, ya que existiendo la misma actividad que en el 2018, la HC se redujo a 4739,01 t CO₂ eq/año principalmente debido al menor consumo de electricidad.

Unas de las propuestas más viables es la instalación de paneles fotovoltaicos en los edificios o sus inmediaciones, siguiendo el modelo que presenta la ETSIIyT y así contrarrestar la HC generada por la electricidad y obtener un ecosistema ambiental más favorable. Otra mejora que se puede realizar es fomentar el empleo de papel reciclado para las actividades diarias en los edificios, y crear un plan específico de reciclaje para los diferentes materiales que se utilizan y así tener la opción de disponer de varios contenedores para deshacerse de cada material dependiendo de su tipo.

La carga ambiental generada por la UC es bastante elevada, por tanto, se deben proponer unas medidas preventivas para intentar reducir anualmente la HC. Una de ellas podría ser el aumento de energías renovables como la fotovoltaica, implantando paneles en las facultades donde más se consume electricidad así reduciendo dicho consumo y teniendo un impacto ambiental menor. También se puede plantear un modelo de seguimiento donde se estudie más detalladamente todos los consumos que se producen

en la UC, como estudios de movilidad u optimización en los trabajos con residuos peligrosos y orgánicos, y por tanto sacar unas conclusiones más precisas de donde se puede reducir más fácilmente la HC.

5. BIBLIOGRAFÍA

AGRELO, M. 2019. Huella de carbono corporativa vs producto. [Consulta: 2 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.eco-huella.com/2019/01/HC-corporativa-vs-producto.html>.

BOE. Real Decreto 235/2013 de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2013/04/05/235/con>.

CANGA CABAÑES, J. 2015. ¿Qué incluir en el Alcance 3 de la Huella de Carbono de una organización? Capítulo II. [Consulta: 14 diciembre 2020]. Disponible en <http://www.comunidadism.es>.

CCOO. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España. [Consulta: 26 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.ccoo.es/>.

COMISIÓN NACIONAL DE LOS MERCADOS Y LA COMPETENCIA. [Consulta 14 diciembre 2020]. Disponible en <https://gdo.cnmc.es/CNE/resumenGdo.do?anio=0>.

DIAZ GUTIÉRREZ, M. 2020. Universidad Residuo Cero: Sistema de gestión integrada de los residuos generados en actividades universitarias. Universidad de Oviedo, España.

ELECNOR. Informe Huella de Carbono. [Consulta: 11 febrero 2021]. Disponible en: https://www.elecnor.com/resources/files/1/InformesAnuales_Accionistas/elecnor-2019-informe-huella-de-carbono-espanol.pdf.

FALCÓN, P. VILLENA, L. 2021. El impacto ambiental del análisis de ciclo de vida en la industria. vol1, pp 51-71.

GOBIERNO DE ESPAÑA. Proyecto de ley de Cambio Climático y Transición Energética. [Consulta: 18 enero 2021].

GREENHOUSE GAS PROTOCOL. [Consulta: 22 marzo 2021]. Disponible en <https://ghgprotocol.org/>.

HAYA, E. 2016. Análisis de ciclo de vida. Fundación EOI Escuela de Organización Industrial. pp 4-13.

HORTON, B.P., KHAN, N.S., CAHILL, N. ET AL. 2020. Estimating global mean sea-level rise and its uncertainties by 2100 and 2300 from an expert. npj Climate and Atmospheric Science. vol.3.

IBÁÑEZ, O. 2018. La revolución industrial y el cambio climático. [Consulta: 14 noviembre 2020]. Disponible en <https://cambioclimatic.com/la-revolucion-industrial-y-el-cambio-climatico/>.

INSTITUTO GODDARD DE LA NASA. [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-noaa-analyses-reveal-2019-second-warmest-year-on-record>.

ISO 14064:2006. Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. [Consulta: 12 diciembre 2020].

KOIWANIT, J. FILIMONAU, V. 2020. Carbon footprint assessment of home-stays in Thailand. Resources, Conservation and Recycling. vol 164, pp 1-6.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO. Calificación de la eficiencia energética de los edificios. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Paginas/certificacion.aspx>

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. 2020. El proceso internacional de lucha contra el cambio climático. [Consulta: 24 noviembre 2020]. Disponible en <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/>

NACIONES UNIDAS. 1992. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, pp 3-10.

NATIONAL GEOGRAPHIC. [Consulta: 28 noviembre 2020]. Disponible en <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/el-aumento-del-nivel-del-mar>.

NUÑEZ MONROY. 2012. Huella de Carbono: más allá de un instrumento de medición. Necesidad de conocer su impacto verdadero, pp 2-4.

OREA D, VILLARINO M. 2007. Consultoría e ingeniería ambiental. Ediciones mundi prensa. pp. 380.

ORTIZ, O., CASTELLS, F. SONNEMANN, G. 2009. Sustainability in the Construction Industry. Construction and Building Materials. Vol 23, pp. 27-39

RAVEENDRAN, S. SRIKARAN, V. 2019. Assessment of carbon footprint of Jaffna Town, Sri Lanka. IOP Conference Series Earth and Environmental Science. pp 1-4

RODRIGO, M. 2017. Hacia un nuevo enfoque de certificación energética de edificios mediante Análisis de Ciclo de Vida. Universidad de Cantabria, España.

ROMERO, B. 2003. El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental. [Consulta: 20 enero 2021]. pp. 91-97.

SALAS, H. 2018. Marketing ecológico. La creciente preocupación empresarial por la protección del medio ambiente. Vol 15, pp. 151-169.

SANES, D. 2012. El análisis de ciclo de vida en el desarrollo sostenible: propuesta metodológica para la evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos.

SARAVIA, F. 2010. Huella de Carbono y Eficiencia Energética. Carbon Footprint and Energy Efficiency.

SURESH, B. MOONDRA, N. TANDEL, B. 2019. Assessment of carbon footprint: a case study of SVNIT campus. Recent trends in civil engineering. Vol 77, pp. 1030-1036.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Memorias del servicio de infraestructuras. [Consulta: 24 febrero 2021]. Disponible en <https://web.unican.es/unidades/servicio-infraestructuras/informacion-general/memorias-del-servicio>

WIEDMANN, T., MINX, J. 2017. A Definition of Carbon Footprint. Ecological economics. Ecological Economics Research Trends. Vol 1, pp. 2-8.

6.ANEXOS

6.1 Anexo I

Tabla AI.1. Consumo de gas natural en la UC mensualmente en 2018.

Edificios	F. Ciencias	E.T.S.I Caminos	I+D+I Telecomunicaciones	ETSIIyT	F. Medicina	E.U Ingeniería Técnica Minera
Meses						
Enero	100.733	165.102	54.129	191.226	295.046	67.431
Febrero	118.581	194.354	63.719	225.106	319.408	74.428
Marzo	89.843	147.253	48.277	170.553	216.988	58.979
Abril	27.418	44.938	14.733	52.048	108.286	19.420
Mayo	13.451	22.046	7.228	25.534	60.134	7.091
Junio	895	1.468	481	1.700	22.180	0
Julio	1.312	2.151	705	2.491	18.124	11
Agosto	1.421	2.329	763	2.697	10.531	0
Septiembre	1.022	1.674	549	1.939	15.593	0
Octubre	15.011	24.604	8.066	28.497	24.480	1.193
Noviembre	53.714	88.038	28.863	101.968	179.700	42.515
Diciembre	82.603	135.387	44.386	156.809	60.498	26.782
Edificios	Derecho y Económicas	Interfacultativo	Instituto de Hidráulica Ambiental	Polideportivo	P. Gobierno	IBBTEC
Meses						
Enero	245.668	176.596	103.141	23.093	33.438	57.374
Febrero	289.194	207.885	93.848	27.184	39.362	65.479
Marzo	219.108	157.504	70.764	20.596	29.823	41.988
Abril	66.866	48.066	55.622	6.285	9.101	24.281
Mayo	32.803	23.580	52.269	3.083	4.464	23.424
Junio	2.183	1.569	24.740	205	297	8.052
Julio	3.200	2.300	14.962	300	435	5.234
Agosto	3.465	2.490	11.402	325	471	1.054
Septiembre	2.491	1.790	11.387	234	339	3.640
Octubre	3.6609	26.316	24.411	3.441	4983	13.804
Noviembre	130.998	94.167	40.335	12.314	17.830	19.230
Diciembre	201.452	144.812	44.010	18.937	27.420	26.379

Tabla AI.2. Consumo de electricidad en la UC mensualmente en 2018.

Edificios	F. Ciencias	E.T.S.I Caminos	I+D+I Telecomunicaciones	ETSIIyT	F. Medicina	E.U Ingeniería Técnica Minera
Meses						
Enero	101.286	129.323	39.878	88.464	96.724	28.209
Febrero	99.266	110.511	39.029	88.747	92.664	26.227
Marzo	105.731	179.905	39.698	91.455	99.022	28.876
Abril	99.962	171.658	37.015	87.885	92.539	24.303
Mayo	106.969	112.970	36.581	93.320	95.549	25.749
Junio	95.414	132.302	32.504	76.979	89.099	22.213
Julio	88.520	125.556	32.421	67.950	91.038	18.874
Agosto	86.136	137.593	27.652	56.014	91.795	17.931
Septiembre	91.575	141.135	34.152	73.995	92.810	20.006
Octubre	102.819	120.263	40.173	89.348	96.038	23.762
Noviembre	110.331	140.876	39.788	86.826	96.979	24.389
Diciembre	106.552	114.930	37.342	74.439	91.151	22.491

Edificios	Derecho y Económicas	Interfacultativo	Instituto de Hidráulica Ambiental	Polideportivo	P. Gobierno	IBBTEC
Meses						
Enero	105.761	96.879	98.651	11.495	10.110	72.838
Febrero	109.776	81.947	99.067	12.594	10.122	64.955
Marzo	109.365	84.595	107.861	12.410	10.285	69.600
Abril	95.262	73.905	98.425	9.972	9.250	68.188
Mayo	104.585	92.473	97.826	9.897	10.058	76.062
Junio	91.824	69.051	99.756	8.042	9.644	77.655
Julio	80.370	66.052	119.177	7.281	7.829	86.461
Agosto	84.008	59.377	102.710	7.305	6.301	89.720
Septiembre	92.144	65.118	110.301	6.122	7.755	82.498
Octubre	104.051	81.886	122.629	9.640	9.874	78.102
Noviembre	98.467	79.452	121.057	9.137	9.395	74.023
Diciembre	78.014	74.799	116.895	7.007	7.831	72.602

Tabla AI.3. Consumo de agua en la UC mensualmente en 2018.

Edificios	F. Ciencias	E.T.S.I Caminos	I+D+I Telecomunicaciones	ETSIIyT	F. Medicina	E.U Ingeniería Técnica Minera
Meses						
Enero	79	2.231	42	213	392	
Febrero	106	1.569	49	281	580	
Marzo	134	754	58	327	568	142
Abril	116	567	50	318	501	
Mayo	129	241	53	397	478	
Junio	138	682	74	278	401	189
Julio	148	558	54	183	307	
Agosto	87	310	24	131	235	
Septiembre	159	545	43	160	268	111
Octubre	161	681	46	232	239	
Noviembre	173	214	73	280	575	
Diciembre	208	218	48	325	377	158

Edificios	Derecho y Económicas	Interfacultativo	Instituto de Hidráulica Ambiental	Polideportivo	P. Gobierno	IBBTEC
Meses						
Enero	270	0	29	104	42	118
Febrero	566	0	1625	129	54	150
Marzo	432	0	201	160	56	181
Abril	386	0	534	123	43	158
Mayo	547	0	330	122	53	150
Junio	406	0	272	103	60	163
Julio	259	0	213	81	44	140
Agosto	118	0	17	76	28	164
Septiembre	254	0	221	87	38	152
Octubre	363	0	281	107	49	151
Noviembre	437	0	302	144	46	156
Diciembre	425	0	268	147	39	167

Tabla AI.4. Consumo de gas en la UC mensualmente en 2020.

Universidades	F. Ciencias	E.T.S.I Caminos	I+D+I Telecomunicaciones	ETSIIyT	F. Medicina	E.U Ingeniería Técnica Minera
Meses						
Enero	7.931	14.070	4.946	14.863	267.267	53.620
Febrero	5.609	9.489	3.274	12.365	188.201	22.744
Marzo	2.953	6.113	1.687	4.436	95.462	11.499
Abril	0	59	0	0	0	0
Mayo	0	29	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	81.924	36.096
Julio	0	9	0	0	15.432	0
Agosto	0	26	0	0	10.162	0
Septiembre	0	48	0	108	11.454	0
Octubre	3.777	5.035	1.228	8.048	79.342	15.318
Noviembre	4.546	9.866	1.980	9.328	105.634	27.378
Diciembre	9.767	18.299	3.986	19.347	288.585	66.412

Universidades	Derecho y Económicas	Interfacultativo	Instituto de Hidráulica Ambiental	Polideportivo	P. Gobierno	IBBTEC
Meses						
Enero	15.407	14.678	73.348	1.564	3.052	66.359
Febrero	10.153	7.384	50.403	1.145	2.138	35.529
Marzo	6.334	5.869	25.581	688	1.299	41.130
Abril	0	114	0	65	0	25.074
Mayo	0	0	95.179	5	0	14.026
Junio	0	0	17.439	0	0	13.425
Julio	0	2	14.781	0	0	5.950
Agosto	0	1	9.751	1	0	4.180
Septiembre	227	199	10.607	25	63	10.605
Octubre	8.243	4.287	30.282	541	845	27.196
Noviembre	12.845	6.301	50.437	590	957	28.781
Diciembre	20.822	16.380	127.019	933	3.153	5.1644

Tabla AI.5. Consumo de electricidad en la UC mensualmente en 2020.

Universidades	F. Ciencias	E.T.S.I Caminos	I+D+I Telecomunicaciones	ETSIIyT	F. Medicina	E.U Ingeniería Técnica Minera
Meses						
Enero	112.328	157.271	36.970	86.225	88.540	21.743
Febrero	107.523	135.048	34.498	83.671	87.880	20.073
Marzo	92.531	104.244	31.548	59.648	80.064	18.618
Abril	74.455	49.804	24.955	38.112	63.809	13.783
Mayo	80.303	83.543	26.005	50.450	71.034	13.559
Junio	82.398	101.747	27.618	58.389	74.458	14.587
Julio	95.464	86.309	30.086	64.064	75.715	14.770
Agosto	74.840	78.683	27.508	52.949	74.600	14.204
Septiembre	93.345	88.275	31.858	67.275	73.060	16.578
Octubre	104.805	96.647	35.004	81.165	81.431	19.621
Noviembre	109.055	97.189	35.470	80.331	79.612	20.515
Diciembre	108.269	94.716	39.486	77.318	77.751	19.298

Universidades	Derecho y Económicas	Interfacultativo	Instituto de Hidráulica Ambiental	Polideportivo	P. Gobierno	IBBTEC
Meses						
Enero	90.139	79.302	100.749	7.433	9.069	0
Febrero	87.215	69.876	106.374	7.070	8.584	0
Marzo	55.809	56.197	99.546	4.687	6.207	0
Abril	29.919	40.942	80.053	2.816	3.738	0
Mayo	36.048	47.158	99.330	3.198	5.013	0
Junio	42.425	51.228	128.401	3.688	7.392	0
Julio	50.451	54.779	150.703	3.905	7.315	0
Agosto	44.870	50.870	162.934	3.842	5.700	0
Septiembre	73.607	57.248	154.550	4.116	7.794	0
Octubre	82.553	73.939	143.564	5.366	8.861	0
Noviembre	89.533	74.131	132.648	4.103	8.469	0
Diciembre	85.320	72.145	128.920	4.273	7.823	0

Tabla AI.6. Consumo de agua en la UC mensualmente en 2020.

Universidades	F. Ciencias	E.T.S.I Caminos	I+D+I Telecomunicaciones	ETSIIyT	F. Medicina	E.U Ingeniería Técnica Minera
Meses						
Enero	228	157	29	204	131	
Febrero	264	263	49	283	271	
Marzo	245	571	63	367	441	149
Abril	188	0	0	0	254	
Mayo	106	0	0	0	31	
Junio	122	406	70	433	60	33
Julio	107	318	25	127	68	
Agosto	59	94	33	101	60	
Septiembre	60	147	32	137	87	54
Octubre	219	183	55	299	178	
Noviembre	192	201	63	313	263	
Diciembre	210	191	41	289	198	114

Universidades	Derecho y Económicas	Interfacultativo	Instituto de Hidráulica Ambiental	Polideportivo	P. Gobierno	IBBTEC
Meses						
Enero	291	275	186	74	42	114
Febrero	458	279	182	151	53	163
Marzo	445	328	308	164	56	204
Abril	347	272	177	0	49	244
Mayo	29	39	143	0	6	82
Junio	56	179	179	112	24	196
Julio	79	195	152	8	32	157
Agosto	79	222	149	26	26	162
Septiembre	197	190	123	14	35	151
Octubre	206	255	240	28	47	307
Noviembre	270	281	313	130	46	172
Diciembre	474	211	188	93	35	162

Tabla AI.7. Consumo de papel en la UC anualmente.

Año	kg Papel
2018	28.810
2019	41.260
2020	23.650

Tabla AI.8. Usuarios en la UC anualmente.

Año	Personal UC	Alumnos	TOTAL
2018	1.832	8.606	10.438
2019	1.819	8.590	10.409
2020	1.761	8.554	10.315

Tabla AI.9. Energía producida por las celdas fotovoltaicas en la ETSIIyT.

Mes	kWh
ENERO	1.936
FEBRERO	2.231
MARZO	4.234
ABRIL	3.596
MAYO	3.480
JUNIO	2.899
JULIO	2.468
AGOSTO	1.291
SEPTIEMBRE	1.298
OCTUBRE	3.500
NOVIEMBRE	3.029
DICIEMBRE	2.219

6.2 Anexo II

Tabla AII.1. Resultados de HC debido al consumo de gas natural.

Universidades	F. Ciencias	E.T.S.I Caminos	I+D+I Telecomunicaciones	ETSIIyT	F. Medicina	E.U Ingeniería Técnica Minera
Meses						
Enero	20.448	33.515	10.988	38.818	59.894	13.688
Febrero	24.071	39.453	12.934	45.696	64.839	15.108
Marzo	18.238	29.892	9.800	34.622	44.048	11.972
Abril	5.565	9.122	2.990	10.565	21.982	3.942
Mayo	2.730	4.475	1.467	5.183	12.207	1.439
Junio	181	297	97	345	4.502	0
Julio	266	436	143	505	3.679	2
Agosto	288	472	154	547	2.137	0
Septiembre	207	339	111	393	3.165	0
Octubre	3.047	4.994	1.637	5.784	4.969	242
Noviembre	10.904	17.871	5.859	20.699	36.479	8.630
Diciembre	16.768	27.483	9.010	31.832	12.281	5.436

Universidades	Derecho y Económicas	Interfacultativo	Instituto de Hidráulica Ambiental	Polideportivo	P. Gobierno	IBBTEC
Meses						
Enero	49.870	35.849	20.937	4.687	6.788	11.646
Febrero	58.706	42.200	19.051	5.518	7.990	13.292
Marzo	44.479	31.973	14.365	4.181	6.054	8523
Abril	13.573	9.757	11.291	1.275	1.847	4.929
Mayo	6.659	4.786	10.610	625	906	4.755
Junio	443	318	5.022	41	60	1.634
Julio	649	0	3.037	61	88	1.062
Agosto	703	505	2.314	66	95	213
Septiembre	505	363	2.311	47	68	738
Octubre	7431	5.342	4.955	698	1.011	2.802
Noviembre	26.592	19.116	8.188	2.499	3.619	3.903
Diciembre	40.894	29.397	8.934	3.844	5.566	5.354

Tabla AII.2. Resultados de HC debido al consumo de electricidad.

Universidades	F. Ciencias	E.T.S.I Caminos	I+D+I Telecomunicaciones	ETSIIyT	F. Medicina	E.U Ingeniería Técnica Minera
Meses						
Enero	41.527	53.022	16.349	34.371	39.656	11.565
Febrero	40.699	45.309	16.001	34.197	37.992	10.753
Marzo	43.349	73.761	16.276	33.343	40.599	11.839
Abril	40.984	70.379	15.176	32.505	37.940	9.964
Mayo	43.857	46.317	14.998	34.847	39.175	10.557
Junio	39.119	54.243	13.326	28.717	36.530	9.107
Julio	36.293	51.477	13.292	25.438	37.325	7.738
Agosto	35.315	56.413	11.337	21.699	37.635	7.351
Septiembre	37.545	57.865	14.002	29.064	38.052	8.202
Octubre	42.155	49.307	16.470	33.199	39.375	9.742
Noviembre	45.235	57.759	16.313	32.627	39.761	9.999
Diciembre	43.686	47.121	15.310	28.343	37.371	9.221

Universidades	Derecho y Económicas	Interfacultativo	Instituto de Hidráulica Ambiental	Polideportivo	P. Gobierno	IBBTEC
Meses						
Enero	43.362	39.720	40.446	4.712	4.145	29.863
Febrero	45.008	33.598	40.617	5.163	4.150	26.631
Marzo	44.839	34.683	44.223	5.088	4.216	28.536
Abril	39.057	30.301	40.354	4.088	3.792	27.957
Mayo	42.879	37.913	40.108	4.057	4.123	31.185
Junio	37.647	28.310	40.899	3.297	3.954	31.838
Julio	32.951	27.081	48.862	2.985	3.209	35.449
Agosto	34.443	24.344	42.111	2.995	2.583	36.785
Septiembre	37.779	26.698	45.223	2.510	3.179	33.824
Octubre	42.660	33.573	50.277	3.952	4.048	32.021
Noviembre	40.371	32.575	49.633	3.746	3.851	30.349
Diciembre	31.985	30.667	47.926	2.872	3.210	29.766

Tabla AII.3. Resultados de HC debido al consumo de agua.

Universidades	F. Ciencias	E.T.S.I Caminos	I+D+I Telecomunicaciones	ETSIIyT	F. Medicina	E.U Ingeniería Técnica Minera
Meses						
Enero	62	1.758	33	167	308	
Febrero	83	1.236	38	221	457	
Marzo	105	594	45	257	447	112
Abril	91	446	39	250	394	
Mayo	101	189	41	312	376	
Junio	108	537	58	219	315	149
Julio	116	439	42	144	241	
Agosto	68	244	18	103	185	
Septiembre	125	429	33	126	211	87
Octubre	126	536	36	182	188	
Noviembre	136	168	57	220	453	
Diciembre	163	171	37	256	297	125

Universidades	Derecho y Económicas	Interfacultativo	Instituto de Hidráulica Ambiental	Polideportivo	P. Gobierno	IBBTEC
Meses						
Enero	212	0	22	81	33	92
Febrero	446	0	1280	101	42	118
Marzo	340	0	158	126	44	142
Abril	304	0	420	96	33	124
Mayo	431	0	260	96	41	118
Junio	319	0	214	81	47	128
Julio	204	0	167	63	34	110
Agosto	92	0	13	59	22	129
Septiembre	200	0	174	68	29	119
Octubre	286	0	221	84	38	118
Noviembre	344	0	237	113	36	122
Diciembre	334	0	211	115	30	131

Tabla AII.4. Resultados de HC en el alcance 1.

	2018	2019	2020
Facultad de Ciencias	114.013	100.266	7.020
E.T.S.I Caminos	169.635	164.337	12.797
I+D+I Telecomunicaciones	55.941	53.877	3.471
E.T.S.I Industriales	187.004	190.340	13.904
Facultad de Medicina	270.186	314.996	232.122
E.U Ingeniería Técnica Minera	60.463	60.424	47.312
Derecho y Económicas	235.273	244.530	15.028
Interfacultativo	186.684	175.778	11.208
Instituto de Hidráulica Ambiental	111.018	103.400	102.479
Polideportivo	23.548	22.986	1.128
P. Gobierno	31.966	33.283	2.335
IBBTEC	58.857	70.435	65.751
HC (kg CO₂ eq/año)	1.504.593	1.534.658	514.561

Tabla AII.5. Resultados de HC en el alcance 2.

	2018	2019	2020
Facultad de Ciencias	489.770	367.833	283.830
E.T.S.I Caminos	662.979	606.315	293.369
I+D+I Telecomunicaciones	178.855	119.533	95.251
E.T.S.I Industriales	368.353	289.621	199.899
Facultad de Medicina	461.417	319.082	231.988
E.U Ingeniería Técnica Minera	116.042	78.521	51.839
Derecho y Económicas	472.987	306.221	191.972
Interfacultativo	379.468	267.561	181.955
Instituto de Hidráulica Ambiental	482.758	381.388	371.943
Polideportivo	45.469	26.584	13.626
P. Gobierno	44.466	86.066	21.492
IBBTEC	374.208	272.817	0
HC (kg CO₂ eq/año)	4.076.776	3.121.547	1.937.166

Tabla AII.6. Resultados de HC debido al consumo de agua.

	2018	2019	2020
Facultad de Ciencias	1.290	1.765	1.576
E.T.S.I Caminos	6.753	3.267	1.994
I+D+I Telecomunicaciones	483	457	362
E.T.S.I Industriales	2.462	2.614	2.011
Facultad de Medicina	3.877	2.928	1.609
E.U Ingeniería Técnica Minera	472	442	275
Derecho y Económicas	3.516	4.197	2.309
Interfacultativo	0	3.283	2.148
Instituto de Hidráulica Ambiental	3.382	2.160	1.843
Polideportivo	1.089	1.040	630
P. Gobierno	404	522	355
IBBTEC	1.457	1.531	1.665
HC (kg CO ₂ eq/año)	25.192	24.212	16.782

Tabla AII.7. Resultados de HC debido al consumo de papel.

	2018	2019	2020
Facultad de Ciencias	2.094	4.271	3.153
E.T.S.I Caminos	10.963	7.905	3.990
I+D+I Telecomunicaciones	785	1.107	725
E.T.S.I Industriales	3.998	6.326	4.025
Facultad de Medicina	6.297	7.085	3.219
E.U Ingeniería Técnica Minera	767	1.069	551
Derecho y Económicas	5.711	10.157	4.621
Interfacultativo	0	7.945	4.298
Instituto de Hidráulica Ambiental	5.493	5.228	3.689
Polideportivo	1.769	2.518	1.261
P. Gobierno	656	1.264	711
IBBTEC	2.367	3.706	3.333
HC (kg CO₂ eq/año)	40.906	58.589	33.583